



US006558006B2

(12) **United States Patent**  
Ioka

(10) Patent No.: **US 6,558,006 B2**  
(45) Date of Patent: **May 6, 2003**

(54) **IMAGE PROJECTION DISPLAY APPARATUS  
USING PLURAL PROJECTORS AND  
PROJECTED IMAGE COMPENSATION  
APPARATUS**

6,310,650 B1 \* 10/2001 Johnson et al. .... 348/189  
6,346,933 B1 \* 2/2002 Lin ..... 345/157

#### FOREIGN PATENT DOCUMENTS

(75) Inventor: **Ken Ioka, Hachioji (JP)**  
(73) Assignee: **Olympus Optical Co., Ltd. (JP)**  
(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 0 days.

JP 06-178327 6/1994  
JP 09-326981 12/1997

\* cited by examiner

(21) Appl. No.: **09/927,563**

(22) Filed: **Aug. 10, 2001**

(65) **Prior Publication Data**

US 2002/0024640 A1 Feb. 28, 2002

(30) **Foreign Application Priority Data**

Aug. 29, 2000 (JP) ..... 2000-259427

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> ..... **G03B 21/26**

(52) U.S. Cl. .... **353/94; 353/34**

(58) Field of Search ..... **348/745, 744,  
348/806; 353/34, 94, 122; 315/368.12**

(56) **References Cited**

#### U.S. PATENT DOCUMENTS

6,222,593 B1 \* 4/2001 Higurashi et al. .... 315/368.12

*Primary Examiner*—Alan A. Mathews

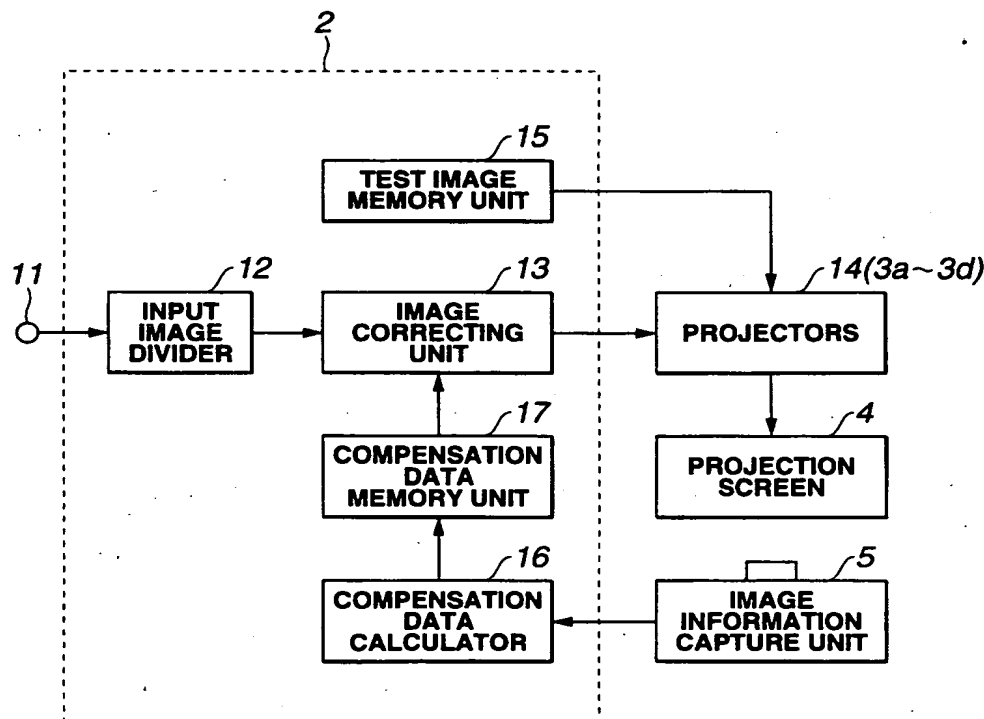
*Assistant Examiner*—Andrew Sever

(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Straub & Pokotylo; John C. Pokotylo

(57) **ABSTRACT**

Highly detailed image data from an input terminal is divided by an input image divider in accordance with projectors. The divided image data are subjected to compensation processing by an image compensator, using compensation data for the respective characteristics of the various types of output characteristics. The output characteristics are subjected to compensation processing using the compensation data for the various types of output characteristics stored in the compensation data memory unit. The image data for each projector subjected to compensation processing, after D/A conversion, are sent to respective projectors.

**9 Claims, 11 Drawing Sheets**



01P00225

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-72359  
(P2002-72359A)

(43) 公開日 平成14年3月12日 (2002.3.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 0 3 B	21/00	G 0 3 B 21/00	Z 2 H 0 0 2
	7/28	7/28	2 H 0 2 1
	15/00	15/00	T 2 H 1 0 5
	17/56	17/56	B 5 B 0 5 7
	21/58	21/58	5 C 0 5 8

審査請求 有 請求項の数16 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-259427 (P2000-259427)

(22) 出願日 平成12年8月29日 (2000.8.29)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 井岡 健

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100076233

弁理士 伊藤 進

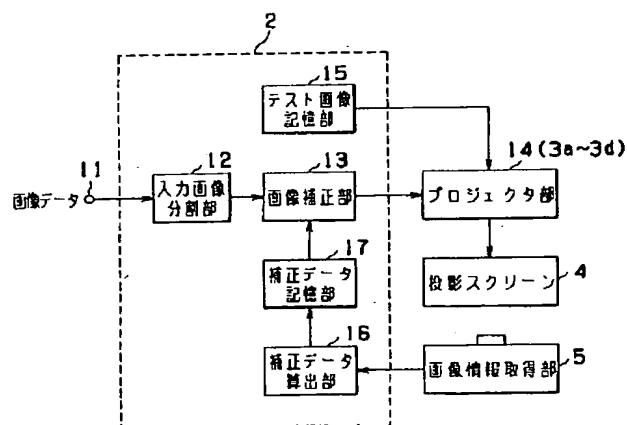
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像投影表示装置

(57) 【要約】

【課題】複数のプロジェクタを用いてシームレスな大画面を実現する際に、投影スクリーンが任意の形状を有する面であっても投影画像の幾何歪み、色むら及びシェーディングに対して補正でき、高精細で高画質な投射画像を実現すること。

【解決手段】入力端子11からの高精細画像データは入力画像分割部12で各プロジェクタに対応して分割される。分割された画像データは画像補正部13にて各種の出力特性がそれぞれの特性の補正データを用いて補正処理される。画像補正部13では、色差補正、幾何補正、色むら補正、シェーディング補正、バイアス補正、ガンマ補正の全ての補正或いはこれら補正のうちの少なくとも1つ以上の補正を行なう。補正データ記憶部17に記憶されている各種出力特性の補正データを用いて各出力特性の補正処理を行なう。補正処理されたプロジェクタ毎の画像データは、D/A変換後それぞれのプロジェクタ(3a~3d)に供給される。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】**複数のプロジェクタと、互いに重複領域を有する複数のプロジェクタの投影画像の結像面としての投影スクリーンと、所定のテスト画像を記憶するテスト画像記憶部と、前記所定のテスト画像を前記それぞれのプロジェクタにより前記投影スクリーンに投影した投影テスト画像を取得する画像情報取得部と、取得したテスト画像情報から、前記各プロジェクタの出力特性を補正するための補正データを算出する補正データ算出部と、上記補正データを記憶する補正データ記憶部と、入力画像を各プロジェクタに対応して分割する入力画像分割部と、前記それぞれのプロジェクタの出力特性補正データを用いて、対応するプロジェクタに入力される画像に対して補正を行なう画像補正部と、を有したことを特徴とする画像投影表示装置。

**【請求項2】**前記投影スクリーンは、円筒面、球面を含む任意の面であることを特徴とする請求項1記載の画像投影表示装置。

**【請求項3】**前記画像情報取得部は、投影テスト画像を撮影するカメラと、色情報を取得するための測色手段との、少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項1記載の画像投影表示装置。

**【請求項4】**前記テスト画像は、各プロジェクタ投影の幾何変形を測定するための画像と、プロジェクタ間の色差を測定するための画像と、プロジェクタ投影面内の色むらを測定するための画像と、プロジェクタ投影面内の輝度むらを測定するための画像と、プロジェクタ投影画像のバイアスを測定するための画像と、各プロジェクタの入出力のガンマ特性を測定するための画像のうち、少なくとも1種類以上を含むことを特徴とする請求項1記載の画像投影表示装置。

**【請求項5】**幾何変形を測定するためのテスト画像に複数のマーカーを有し、テスト画像のマーカー位置とカメラで撮影したテスト画像のなかのマーカーの位置との対応関係から、幾何変形関数を求めることを特徴とする請求項4記載の画像投影表示装置。

**【請求項6】**幾何変形を測定するためのテスト画像が複数の小領域に分けられ、各小領域に複数のマーカーを有し、テスト画像の各小領域のなかのマーカー位置とそれぞれの投射領域のマーカー位置から、それぞれの小領域に対応する幾何変形関数を求めることを特徴とする請求項4記載の画像投影表示装置。

**【請求項7】**前記幾何変形関数は射影変換であることを特徴とする請求項5又は6に記載の画像投影表示装置。

**【請求項8】**前記幾何変形関数は多項式であることを特徴とする請求項5又は6に記載の画像投影表示装置。

**【請求項9】**前記画像情報取得部では、投影したテスト

画像を撮影するとき、オーバーラップを有するように複数回に分割して撮影し、分割撮影した複数の画像を繋ぎ合わせるによりテスト画像の全体像を得ることを特徴とする請求項1記載の画像投影表示装置。

**【請求項10】**スクリーンが円筒面である場合、分割撮影した複数の画像に対して円筒変換を行なってから、貼り合わせすることによりテスト画像の全体像を得ることを特徴とする請求項9記載の画像投影表示装置。

**【請求項11】**スクリーンが球面である場合、分割撮影した複数の画像に対して球面変換を行なってから、貼り合わせすることによりテスト画像の全体像を得ることを特徴とする請求項9記載の画像投影表示装置。

**【請求項12】**前記画像情報取得部の位置（回転角度・水平垂直移動距離）を表示する表示部を有し、それを参照して画像情報取得部を移動（回転）させて、分割撮影を行なうことを特徴とする請求項9記載の画像投影表示装置。

**【請求項13】**前記画像情報取得部の位置を自動制御（回転角度・水平垂直移動）して分割撮影を行なうことを特徴とする請求項9記載の画像投影表示装置。

**【請求項14】**テスト画像情報を取得する前に、スクリーンの同一位置の外光情報を取得し、記憶する外光情報記憶部と、外光情報を用いてその直後に取得したテスト画像情報を補正する外光補正部とを更に有することを特徴とする請求項1記載の画像投影表示装置。

**【請求項15】**前記投影スクリーンの周辺又は枠にマーカーを設け、画像情報取得と同時にこれらのマーカーの位置も取得することを特徴とする請求項1記載の画像投影表示装置。

**【請求項16】**前記画像補正部は、幾何補正部、色差補正部、色むら補正部、シェーディング補正部、バイアス補正部、ガンマ補正部の少なくとも1つ以上を含むことを特徴とする請求項1記載の画像投影表示装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】**本発明は、複数のプロジェクタを用いて、シームレスな高精細で高画質な投射画像を得るための画像投影表示装置に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】**従来、画像をスクリーン上に拡大して映し出す投射型の画像表示装置として、陰極線管を用いた投射型ディスプレイ装置がある。

**【0003】**また、近年は液晶パネルをライトバルブとして用いた液晶投射型ディスプレイ装置が開発されている。このような液晶投射型ディスプレイは、二次元表示を行う液晶パネルにビデオ信号を再生し、光源からの光を上記液晶パネルに再生した二次元映像で変調して、これを光学系でスクリーン上に拡大投射するものである。

**【0004】**一方、従来、大画面の投射画像を実現するために、複数の液晶プロジェクタを用いたマルチスクリ

ーン方式の投射型ディスプレイ装置がある。この方式は、複数のプロジェクタそれぞれに対応した複数のスクリーンが縦横に配列されて大画面が構成されている。しかしながら、マルチスクリーン方式の投射型ディスプレイ装置では、各スクリーンには枠が設けられており、各スクリーン間の境界部分が目立つという欠点があった。

【0005】そこで、近年では、複数の液晶プロジェクタを用いて1枚のスクリーン上に各プロジェクタ画像を並べて投影し大画面に表示する画像投影システムが開発されている。このような画像投影システムとして、特開平9-326981号公報に記載されているものがある。該公報には、複数のプロジェクタからの画像を1枚のスクリーン上に貼り付ける際に各投射画像の隣接部分はオーバーラップさせ、オーバーラップ部分を目立たせないように大画面を実現する方法や、各プロジェクタのスクリーンに対する配置位置の違いによる投射画像の幾何的な歪みを補正する方法が述べられている。

【0006】しかしながら、上記の特開平9-326981号公報に述べられているものは、投射スクリーンが主に平面である場合を想定しており、アーチ型やドーム型などの各種曲面形状を有するものや、建物の壁面などの凸凹しているものを投影スクリーンとして使用する際に生じる幾何歪み、色むら及びシェーディングに対して補正する方法については検討されていなかった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記の如く、複数の液晶プロジェクタを用いて1枚のスクリーン上に各プロジェクタ画像を並べて投影し大画面に表示する画像投影システムでは、投射スクリーンが主に平面である場合を想定しており、アーチ型やドーム型などの各種曲面形状を有するものや、建物の壁面などの凸凹しているものを投影スクリーンとして使用する際に生じる幾何歪み、色むら及びシェーディングに対して補正する方法については検討する必要がある。

【0008】そこで、本発明は上記の問題に鑑みてなされたもので、複数のプロジェクタを用いてシームレスな大画面を実現する際に、高精細で高画質な投射画像を実現することができる画像投影表示装置を提供することを目的とするものである。更に、投影スクリーンが任意の形状を有する面であっても投影画像の幾何歪み、色むら及びシェーディングなどに対してより正確な補正ができ、より高精細で高画質な投射画像を実現することができる画像投影表示装置を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明による画像投影表示装置は、複数のプロジェクタと、互いに重複領域を有する複数のプロジェクタの投影画像の結像面としての投影スクリーンと、所定のテスト画像を記憶するテスト画像記憶部と、前記所定のテスト画像を前記それ

ぞれのプロジェクタにより前記投影スクリーンに投影した投影テスト画像を取得する画像情報取得部と、取得したテスト画像情報から、前記各プロジェクタの出力特性を補正するための補正データを算出する補正データ算出部と、上記補正データを記憶する補正データ記憶部と、入力画像を各プロジェクタに対応して分割する入力画像分割部と、前記それぞれのプロジェクタの出力特性補正データを用いて、対応するプロジェクタに入力される画像に対して補正を行なう画像補正部と、を有したことを特徴とする。

【0010】請求項2の発明は、請求項1の画像投影表示装置において、前記投影スクリーンは、円筒面、球面を含む任意の面であることを特徴とする。

【0011】請求項3の発明は、請求項1記載の画像投影表示装置において、前記画像情報取得部は、投影テスト画像を撮影するカメラと、色情報を取得するための測色手段との、少なくとも1つを含むことを特徴とする。

【0012】請求項4の発明は、請求項1の画像投影表示装置において、前記テスト画像は、各プロジェクタ投影の幾何変形を測定するための画像と、プロジェクタ間の色差を測定するための画像と、プロジェクタ投影面内の色むらを測定するための画像と、プロジェクタ投影面内の輝度むらを測定するための画像と、プロジェクタ投影画像のバイアスを測定するための画像と、各プロジェクタの入出力のガンマ特性を測定するための画像のうち、少なくとも1種類以上を含むことを特徴とする。

【0013】請求項1～4の発明によれば、複数のプロジェクタを用いてシームレスな大画面を実現する際に、テスト画像をテスト画像記憶部に記憶しておき、該テスト画像を各プロジェクタに供給して投影スクリーンに投射した時に、投影されたテスト画像を画像情報取得部で取得し、取得した画像データに基づいて補正データを算出して補正データ記憶部に記憶させる。そして、各プロジェクタに対応して分割入力された画像データを、前記補正データを用いて補正することにより、投影スクリーン上にはより高精細で高画質な投射画像を実現することが可能となる。

【0014】請求項5の発明は、請求項4の画像投影表示装置において、幾何変形を測定するためのテスト画像に複数のマーカーを有し、テスト画像のマーカー位置とカメラで撮影したテスト画像のなかのマーカーの位置との対応関係から、幾何変形関数を求めることを特徴とする。

【0015】請求項5の発明によれば、液晶プロジェクタのように平面形のライトバルブから出た平面画像を、平面形スクリーンに投影した場合に生ずる幾何変形を有効に補正することができる。

【0016】請求項6の発明は、請求項4記載の画像投影表示装置において、幾何変形を測定するためのテスト画像が複数の小領域に分けられ、各小領域に複数のマ

カーを有し、テスト画像の各小領域のなかのマーカー 1 とそれぞれの投射領域のマーカー位置から、それぞれの小領域に対応する幾何変形関数を求めることを特徴とする。

【0017】請求項 6 の発明によれば、液晶プロジェクタのように平面形のライトバルブから出た平面画像を、曲面形スクリーンに投影した場合に生ずる幾何変形を有効に補正することができる。これは、任意の曲面に投影していても、曲面を小領域に分けることによって各領域ごとに平面から平面への変換に近似することができ、幾何変形関数が求まるので、補正ができる。

【0018】請求項 7 の発明は、請求項 5 又は 6 の画像投影表示装置において、前記幾何変形関数は射影変換であることを特徴とする。

【0019】請求項 7 の発明によれば、平面画像を平面スクリーン若しくは小領域に分ければ平面と見なせるスクリーン面に投影した場合には、幾何変形関数は射影変換で表すことができる。

【0020】請求項 8 の発明は、請求項 5 又は 6 の画像投影表示装置において、前記幾何変形関数は多項式であることを特徴とする。

【0021】請求項 8 の発明によれば、形状が数式で表されるような曲面スクリーンに投影した場合には、幾何変形関数は多項式で表すことができる。

【0022】請求項 9 の発明は、請求項 1 の画像投影表示装置において、前記画像情報取得部では、投影したテスト画像を撮影するとき、オーバーラップを有するように複数回に分割して撮影し、分割撮影した複数の画像を繋ぎ合わせることでテスト画像の全体像を得ることを特徴とする。

【0023】請求項 9 の発明によれば、アーチ型や球面型のような曲面スクリーンにテスト画像を投影して撮影するときは、画像情報取得用カメラの画角には所定角度に限定されるので、複数回に分割して撮影し、撮影した複数の画像を繋ぎ合わせてテスト画像の全体像を得るようにする。

【0024】請求項 10 の発明は、請求項 9 の画像投影表示装置において、スクリーンが円筒面である場合、分割撮影した複数の画像に対して円筒変換を行ってから、貼り合わせることによりテスト画像の全体像を得ることを特徴とする。

【0025】請求項 10 の発明によれば、スクリーンがアーチ面（円筒面）である場合、その面に投影された画像を平面形撮影素子（CCD）を用いたデジタルカメラなどの画像情報取得用カメラで分割撮影すると、曲面画像が平面画像として撮影され、分割撮影した複数の画像を繋ぎ合わせる時に複数の画像がうまく繋がらないので、撮影した複数の画像に対して円筒変換を行ってから、貼り合わせることにより 1 枚のテスト画像の全体像を得ることができる。

【0026】請求項 11 の発明は、請求項 9 の画像投影表示装置において、スクリーンが球面である場合、分割撮影した複数の画像に対して球面変換を行ってから、貼り合わせることによりテスト画像の全体像を得ることを特徴とする。

【0027】請求項 11 の発明によれば、スクリーンがドーム面（球面）である場合、その面に投影された画像を平面形撮影素子（CCD）を用いたデジタルカメラなどの画像情報取得用カメラで分割撮影すると、曲面画像が平面画像として撮影され、分割撮影した複数の画像を繋ぎ合わせる時に複数の画像がうまく繋がらないので、撮影した複数の画像に対して球面変換を行ってから、貼り合わせることにより 1 枚のテスト画像の全体像を得ることができる。

【0028】請求項 12 の発明は、請求項 9 の画像投影表示装置において、前記画像情報取得部の位置（回転角度・水平垂直移動距離）を表示する表示部を有し、それを参照して画像情報取得部を移動（回転）させて、分割撮影を行なうことを特徴とする。

【0029】請求項 12 の発明によれば、画像情報取得部の位置（回転角度・水平垂直移動距離）を表示することにより、画像情報取得部の位置を確認しながら回転或いは移動したり、ユーザーに移動させる位置の指示を与えることができる。

【0030】請求項 13 の発明は、請求項 9 の画像投影表示装置において、前記画像情報取得部の位置を自動制御（回転角度・水平垂直移動）して分割撮影を行なうことを特徴とする。

【0031】請求項 13 の発明によれば、画像情報取得部の位置をパソコンなどの制御手段による所定のプロジェクタに従って自動で制御して分割撮影できるようにした。

【0032】請求項 14 の発明は、請求項 1 の画像投影表示装置において、テスト画像情報を取得する前に、スクリーンの同一位置の外光情報を取得し、記憶する外光情報記憶部と、外光情報を用いてその直後に取得したテスト画像情報を補正する外光補正部とを更に有することを特徴とする。

【0033】請求項 14 の発明によれば、補正データを作成する際に悪影響を与える外光成分を除去することにより、外光成分を除いたテスト画像情報を取得でき、その結果精確な補正データを作成することができる。

【0034】請求項 15 の発明は、請求項 1 の画像投影表示装置において、前記投影スクリーンの周辺又は枠にマーカーを設け、画像情報取得と同時にこれらのマーカーの位置も取得することを特徴とする。

【0035】請求項 15 の発明によれば、画像取得用カメラの位置が投影スクリーンに対してずれた配置にある場合でも、撮影したテスト画像から検出したマーカー位

置座標と、スクリーン上のマーカーの物理的な位置との対応関係から、幾何変形して撮影された画像を補正する関数を求めて、あたかもカメラの位置が投影スクリーンの真正面から撮影したようなテスト画像に幾何補正するようにした。これにより、前記外光成分の除去の場合と同様に、各プロジェクタの幾何歪み、色むら及びシェーディング、及びプロジェクタ間の色差などを補正するのに必要な補正データを精確に算出することができる。

【0036】請求項16の発明は、請求項1記載の画像投影表示装置において、前記画像補正部は、幾何補正部、色差補正部、色むら補正部、シェーディング補正部、バイアス補正部、ガンマ補正部の少なくとも1つ以上を含むことを特徴とする。

【0037】

【発明の実施の形態】発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1及び図2で本発明の一実施の形態の画像投影表示装置の要部構成を説明する前に、図3を参照して本発明に係る画像投影表示装置の概略構成を説明する。

【0038】図3に示されるように、本実施の形態に係る画像投影システムは、大きく別けて、高精細な画像データを生成する画像生成部としてのパーソナルコンピュータ（以下、パソコンと略記する）1と、パソコン1からの高精細画像データ2を複数の使用するプロジェクタに応じて処理・分割して出力すると共に投影されたスクリーン画像を撮影した画像に基づいて各分割出力に対して幾何歪み、色むら及びシェーディングなどの補正を行なうコントローラ部2と、複数のプロジェクタ3a～3dと、スクリーン4に投影されたテスト画像などを撮影するためのデジタルカメラなどの画像情報取得部5とで構成されている。上記のプロジェクタ3a～3dとしては、液晶プロジェクタ、或いはDLP（Digital Light Processingの略で、光半導体であるDMD(Digital Micromirror Device)を中核としたデジタル映像技術）が使用される。

【0039】このような構成において、パソコン1で作成・出力された高精細画像データはコントローラ部2へと出力される。コントローラ部2では、各プロジェクタに高精細画像データのどの部分を出力するかが決められ、各プロジェクタ画像に対して補正データを用いて幾何歪み、色や明るさのむらなどの補正の処理が行われる。各プロジェクタの投影画像の補正及び各プロジェクタによる投影画像間の補正を行なうのに必要な前記補正データは、予め各プロジェクタからテスト画像をスクリーン4に投影し、その投影画像を画像情報取得用カメラ5で撮影し、その撮影画像データに基づいて補正データが作成される。補正データの算出方法については後述する。

【0040】図1は本発明の一実施の形態の画像投影表示装置のブロック図を示している。図3と同一部分には

同一符号を付して説明する。

【0041】図1に示す画像投影表示装置は、例えばパソコンからの高精細画像データが入力される入力端子11と、複数のプロジェクタ（3a～3d）からなるプロジェクタ部14と、入力画像を各プロジェクタに対応して分割する入力画像分割部12と、各プロジェクタの各種の出力特性補正データを用いて、対応するプロジェクタに入力される画像に対して補正を行なう画像補正部13と、互いにオーバーラップ領域を有する複数のプロジェクタの投影画像の結像面としての投影スクリーン4と、所定のテスト画像を記憶するテスト画像記憶部15と、所定テスト画像を前記それぞれのプロジェクタにより投影した投影画像を取得する画像情報取得部5と、取得した情報から、前記各プロジェクタの各種の出力特性を補正するための補正データを算出する補正データ算出部16と、当該補正データを記憶する補正データ記憶部17と、を有して構成されている。

【0042】このような構成において、入力端子11に入力された高精細画像データは入力画像分割部12で各プロジェクタに対応して分割される。各プロジェクタに対応して分割された画像データは画像補正部13にて各種の出力特性がそれぞれの特性の補正データを用いて補正処理される。画像補正部13は、図2に示されるように色差補正部21、幾何補正部22、色むら補正部23、シェーディング補正部24、バイアス補正部25、ガンマ補正部26の全ての補正部或いはこれら補正部のうちの少なくとも1つ以上の補正部を含んで構成され、補正データ記憶部17に記憶されている各種出力特性の補正データを用いて各出力特性の補正処理（色差補正、幾何補正、色むら補正、シェーディング補正、バイアス補正、ガンマ補正の全ての補正或いはこれら補正のうちの少なくとも1つ以上の補正）を行なう。補正処理されたプロジェクタ毎の画像データは、さらに図示しないD/A変換部にてアナログ信号へ変換された後、プロジェクタ部14のそれぞれのプロジェクタ（3a～3d）に供給される。そして、各プロジェクタ（3a～3d）により各プロジェクタ画像がスクリーン4上に投影される。

【0043】テスト画像記憶部15は、プロジェクタの各種出力特性ごとに用意されたテスト画像を記憶している。上記の各種出力特性の補正データは、上記テスト画像記憶部15から読み出した各種出力特性ごとのテスト画像をスクリーン4上に投影し、投影されたテスト画像をデジタルカメラ等の画像情報取得部5にて撮影し、撮影した画像データから補正データ算出部16で各種出力特性ごとの補正量或いは補正関数を算出することによって求められる。そして、算出した補正量或いは補正関数を補正データとして補正データ記憶部17に記憶する。補正データ算出部16における補正データの算出方法は、補正すべき各種出力特性ごとに異なっている。

【0044】上記投影スクリーン4は、平面型スクリーンのほか、図4(a)に示すような円筒面型(アーチ型という)、図4(b)に示すような球面型(ドーム型という)や、凸凹した面などを含む任意の面であってもよい。

【0045】上記テスト画像記憶部15に記憶されるテスト画像は、各プロジェクタ投影の幾何変形を測定するための画像と、プロジェクタ間の色の差を測定するための画像と、プロジェクタ投影面内の色むらを測定するための画像と、プロジェクタ投影面内の輝度むら(シェーディングという)を測定するための画像と、プロジェクタ投影画像のバイアス(入力信号が0レベルの黒信号を入力したときに投影像が黒にならず明るさ(所謂、オフセット)を持っているが、そのオフセット量)を測定するための画像と、各プロジェクタの入出力特性であるガンマ特性を測定するための画像のうち、少なくとも1種類以上を含んで構成される。

【0046】上記画像情報取得部5は、投影されたテスト画像を撮影するデジタルカメラのようなカメラと、色情報(色の差)を測定するための測色計や分光計などの測色手段との、両方或いはそれらのうちの少なくとも1つを含んで構成される。プロジェクタ投影面内の二次元的な色むらやテスト画像に配したマーカーのような幾何位置情報を測定するためにはカメラを使うが、プロジェクタ間の色の差を測定するには測色計などの測色手段を使う。従って、もし、複数のプロジェクタ間の各色についての色レベルがほぼ合っていれば、色の差の補正をしなくてもよい場合があり、そのときは画像情報取得部5としてはカメラだけでもよいことになる。

【0047】次に、図5～図9を参照してテスト画像及びそれによる各種の出力特性の補正について説明する。

(1) 幾何変形補正、(2) 色むら補正、(3) 色差補正、(4) シェーディング補正、(5) バイアス補正、(6) ガンマ補正について説明する。

【0048】(1) 幾何変形測定用テスト画像としては、例えば一定間隔に十字や輝点を並べたものや、格子模様等が使用される。図5(a)では、一定間隔に複数の十字をマーカーとして並べたテスト入力画像を示している。図5(b)は、図5(a)の画像を投影スクリーン上に投影した、幾何変形したテスト画像の一例を示している。このように投影テスト画像が幾何変形するのは、複数のプロジェクタ3a～3bをスクリーン4に対して設置する(図3参照)とき各プロジェクタがスクリーン面に正対していない(正確には各プロジェクタ内の液晶パネルがスクリーン面に正対していない)場合に生じる現象である。

【0049】まず、デジタルカメラで構成される画像情報取得部5で図5(b)の投影画像を撮影し、補正データ算出部16に供給する。そして、補正データ算出部16では、テスト画像記憶部15に記憶されているテスト

画像のマーカー位置とカメラ5で撮影したテスト画像のなかのマーカーの位置との対応関係から、各プロジェクタの投影画像ごとに幾何変形関数を求め、これを補正データとして補正データ記憶部17に記憶する。そして、画像補正部13における幾何補正部22(図2参照)では、補正データ記憶部17からの幾何変形関数を用いて、入力画像分割部12からのプロジェクタごとの入力画像データ(図5(a)参照)に対して幾何補正(逆変形)を加えてから、それぞれの対応するプロジェクタ3a～3bに出力する。これによってプロジェクタ3a～3bからスクリーン4に対して投影される画像は、各プロジェクタがスクリーン面に正対していなくても、幾何変形の補正された画像となって表示されることになる。

【0050】なお、上記の図5(a)と図5(b)の対応関係から幾何変形関数を求めるには、プロジェクタは平面形ライトバルブである例えば液晶パネルを有した液晶プロジェクタであり、液晶プロジェクタからの平面画像を平面形スクリーンへ投射する場合を想定(前提と)している。

【0051】(2) 色むら・色差測定用テスト画像としては、例えば図6に示したような赤(255, 0, 0)、緑(0, 255, 0)、青(0, 0, 255)の各色最高階調レベルの画像が使用される。各色を8ビットのデジタル信号で表した場合に、各色の階調レベルは0～255の256階調となる。プロジェクタ投影面内の色むらの補正は、画像補正部13における色むら補正部23(図2参照)にて行なわれる。

【0052】プロジェクタ投影面内の色むらを補正するには、1つのプロジェクタについて赤(R)、緑(G)、青(B)の順に図6に示した上記最高階調レベルの画像をスクリーン4に順次投影し、それぞれの投影画像を画像情報取得部5としてのカメラで順次撮影し、撮影したR、G、Bの各画像についてそれぞれ対応する同じ位置(つまり同じ投影面上の位置)の画素のR、G、Bデータについて比をとり、画素位置によってR、G、Bデータの比が、例えば投影面中心位置のR、G、Bデータの比を基準にして、異なっていれば、それらR、G、Bの比がプロジェクタ投影面内の全ての画素位置で同じになるような補正データを生成し、得られた補正データを用いて入力信号に対して補正をかけることによって行なわれる。

【0053】(3) また、プロジェクタ間の色差補正は、画像補正部13における色差補正部21(図2参照)にて行なわれる。

【0054】プロジェクタ間の色差を補正するには、複数のプロジェクタについて赤(R)、緑(G)、青(B)の順に図6に示した上記最高階調レベルの画像をスクリーン4に順次投影し、それぞれの投影画像を画像情報取得部5としての測色計で順次撮影する。そして、全てのプロジェクタの投影面中心位置のXYZ値が同じ

になるように補正マトリックスをプロジェクト毎に求める。更に、得られた補正マトリックスを用いて入力信号に対して補正をかける。

【0055】このように各プロジェクト投影面中心位置のXYZ値が、複数のプロジェクト間で同じ値になるように補正すれば、次に上述したプロジェクト投影面内の色むら補正を各プロジェクト投影面中心位置を基準にして行なえば、プロジェクト間の色差補正及び各プロジェクト投影面内の色むら補正を行なうことができる。

【0056】(4)シェーディング測定用画像としては、例えば図7に示したようなR、G、Bの各色階調レベルが中間レベルの画像即ちグレイ(128, 128, 128)が使用される。このように中間調の画像を使用するのは、人間の感覚は非常に明るい時と非常に暗い時はその時の明るさ変化に対して鈍感であるが、中間調の明るさの変化に対しては敏感だからである。プロジェクト投影面内のシェーディング(輝度むら)の補正は、画像補正部13におけるシェーディング補正部24(図2参照)にて行なわれる。

【0057】プロジェクト投影面内のシェーディング(輝度むら)を補正するには、1つのプロジェクトについて図7に示した上記中間階調レベルの画像をスクリーン4に投影し、その投影画像を画像情報取得部5としてのカメラで撮影し、撮影した投影面上の画像における投影面中心位置以外の全ての画素位置に対応した画素データが、例えば投影面中心位置の画素データを基準にして、これと異なっていれば、それら投影面中心位置以外の全ての画素位置のデータが投影面中心位置の画素データと同じになるような補正データを生成し、得られた補正データを用いて入力信号に対して補正をかけることによって行なわれる。

【0058】(5)バイアス測定用画像としては、例えば図8に示したようなR、G、Bの各色階調レベルが最低レベルの画像即ち黒(0, 0, 0)が使用される。プロジェクト投影画像のバイアスの補正は、画像補正部13におけるバイアス補正部25(図2参照)にて行なわれる。

【0059】プロジェクト投影画像のバイアスとは、1つのプロジェクトについて図8に示した上記最低階調レベルの画像即ち黒色画像をスクリーン4に投影し、その投影画像を画像情報取得部5としてのカメラで撮影したときに投影像が黒にならず明るさ(所謂、オフセット)を持っていることを言う。このオフセットは入力画像を最低レベルの画像(0, 0, 0)にしているので入力画像レベルをこれ以上上げて補正することは不可能である。

【0060】一方、図3に示したように複数のプロジェクトからの画像がスクリーン4上で重なり合うように投影した場合に生ずるオーバーラップ部分については、例えば2つのプロジェクト3a、3bに入力する信号レベ

ルを共に黒レベル(0, 0, 0)としたときには、図9

(a)に示すように黒色画像がスクリーン上で重なり、図9(b)の実線に示すように各プロジェクト3a、3bのオフセットに基づき上記オーバーラップ部分の明るさはオフセット量が倍増した明るさとなるが、上記オーバーラップ部分の明るさを下げようとして各プロジェクトの入力画像信号を下げようとしても入力信号レベルをこれ以上上げて補正することは不可能である。

【0061】しかしながら、各プロジェクトのオフセットに基づくオーバーラップ部分の明るさを補正する方法としては、2つの方法がある。第1の方法は、オーバーラップ部分の入力信号を0にできないので、逆にオーバーラップ部分以外部分の明るさを持ち上げてオーバーラップ部分と同等の明るさ(図9(b)の二点鎖線Cにて示す)とすることにより、複数のプロジェクトによる全投影領域に亘って明るさをフラットにするものである。この第1の方法で複数のプロジェクト全投影領域のバイアスを補正するには、1つのプロジェクトについて図8に示した上記黒レベルの画像をスクリーン4に投影し、その投影画像を画像情報取得部5としてのカメラで撮影し、撮影した画像データを補正データ算出部16内のメモリに記憶する。次に同様に、他のプロジェクトについて上記黒レベルの画像をスクリーン4に投影し、その投影画像を画像情報取得部5で撮影し、撮影した画像データを補正データ算出部16内のメモリに記憶する。そして、補正データ算出部16にてオーバーラップ部分の明るさを算出することにより、各プロジェクトの投影画像におけるオーバーラップ部分以外の明るさレベルをオーバーラップ部分の明るさレベルと同じにする補正データを生成し、得られた補正データを用いて入力信号に対して補正をかけることによって行なわれる。しかし、この方法はオフセットに基づく明るさの不均一は解消されるものの、オフセットが除かれるものではないため入力画像が黒色であるのに真黒にならないという難点がある。第2の方法は、複数のプロジェクトから投影される画像のオーバーラップ部分に相当する光路を物理的に遮光するものである。具体的には、図10に示すように各プロジェクト3a、3bの投射レンズを通して投射された光路上に遮光板31、32を設けてオーバーラップ部分の光量を減らし(図9(b)の点線Dにて示す)、黒色時のオフセットを補正する(フラットな特性にする)。

【0062】(6)各プロジェクトの入出力特性であるガンマ特性を測定するためのガンマ測定用画像としては、例えば図11に示したようなR、G、Bの各色について階調レベルを少しずつ上げた複数枚(図では9枚ずつ)の画像即ちRについては256階調における(0, 0, 0), (32, 0, 0) …… (224, 0, 0), (255, 0, 0)と32階調ずつレベルアップした画像、Gについても(0, 0, 0), (0, 32, 0) …… (0, 224, 0),

(0, 255, 0)と32階調ずつレベルアップした画像、Bについても(0, 0, 0), (0, 0, 32)……(0, 0, 24), (0, 0, 255)と32階調ずつレベルアップした画像が使用される。各プロジェクタのガンマ特性の補正は、画像補正部13におけるガンマ補正部26(図2参照)にて行なわれる。原理的には、各プロジェクタの入力信号に逆ガンマ特性(測定したガンマ特性の逆特性)をかけることによって各投影画像の出力を補正できる。

【0063】スクリーン上に投影された画像の色や明るさは入力された色や明るさに比例して明るくならず、非線形に反応する。同様に人間の知覚も輝度の増減に対して非線形に反応する。これらの非線形性を、人間(或いはカメラ)が見た目に近づけるため、補正することをガンマ補正という。各プロジェクタのガンマ特性は、ガンマ補正は、それぞれのプロジェクタの入力信号に対する出力(明るさ)の関係を示すもので、例えばプロジェクタA, Bについてのガンマ特性は図12の符号A, Bに示すようにそれぞれのプロジェクタによって異なっている。そこで、それぞれのプロジェクタA, Bの入力信号(ガンマ測定用画像)に対して出力である投影スクリーン画像を画像情報取得用カメラ5にて撮影し、補正データ算出部16にて入出力特性であるガンマ特性A, Bを求め、その求めたガンマ特性A, Bに対する逆ガンマ特性A', B'を算出する。算出された各プロジェクタA, Bの逆ガンマ特性A', B'は補正データ(補正テーブル)として補正データ記憶部17に記憶される。画像補正部13におけるガンマ補正部26では、各プロジェクタA, Bの入力画像に対して逆ガンマ特性A', B'をかけることによって入力信号の変化に対して出力が線形(図12の符号Cにて示す)となるように補正処理される。

【0064】なお、各種の補正を行なうための幾何変形測定用、色むら・色差測定用、バイアス測定用、シェーディング測定用、各色のガンマ測定用のテスト画像は、図5～図8及び図11のように各テストごとに個々にあってもよいし、適宜に組み合わせてテスト画像の数を減らしてもよい。

【0065】上述したように、上記の図5(a)と図5(b)の対応関係から幾何変形関数を求めて幾何補正するには、プロジェクタは平面形ライトバルブである例えば液晶パネルを有した液晶プロジェクタであり、液晶プロジェクタからの平面画像を平面形スクリーンへ投射する場合を想定(前提と)していた。しかしながら、投影スクリーン4が図4に示したようアーチ型やドーム型などのような曲面形状である場合には、平面形ライトバルブから平面型スクリーンへの投影の場合のような幾何変形関数を求めることができないので(即ち、テスト画像にあるマーカーが曲面スクリーンのどこに投影されるかは関数として一律に求められないので)、幾何変形を測定するためのテスト画像を複数の小領域に分けて考

る。

【0066】つまり、幾何変形を測定するためのテスト画像は、図13に示すように複数の小領域A, B, …Pに分けられ、各小領域A, B, …Pに複数のマーカー

(図では十字形マーカー)を有し、テスト画像の各小領域A, B, …Pのなかのマーカー位置とそれぞれの投射領域(これは各小領域A, B, …Pに対応した投射領域)のマーカー位置から、それぞれの小領域A, B, …Pに対応する幾何変形関数を求める。これは、図13に示すような画像が曲面スクリーンに投影されたとき、各小領域に対応した投影領域は平面と見なすことができるためである。

【0067】従って、平面画像から曲面スクリーンへの投影の場合でも、小領域に分けることによって平面画像から平面スクリーンへの変換に近似することができるので、曲面スクリーンとしては図4(a), (b)に示したようなアーチ型やドーム型のほか単に凸凹した面も含む色々な曲面にテスト画像を投影しても小領域ごとに幾何変形関数を求めることができるので、任意の曲面に投影していても投影画像の幾何変形を補正することが可能となる。

【0068】なお、図13に示したテスト画像におけるマーカーの密度は、全ての小領域A, B, …Pについて一律であってもよいし、テスト画像上における小領域の位置に応じてマーカー密度を変えてもよい。例えば、左側の小領域ではマーカーが8個しかなく右側の小領域では16個あるというように変えてもよい。また、図13ではテスト画像を16個の小領域に分けているが、曲面の変形度合いなどに応じて更に細かく多数に分けてもよいし、或いは大きく少数に分けてもよい。小領域としては極端には1画素分の領域であってもよい。

【0069】なお、上記の幾何変形関数は、プロジェクタへの入力平面画像で投影スクリーンも平面である場合には、入力画像の直線が出力側のスクリーン上で直線に投影されていれば、入出力間に図14に示すような2次射影変換が成り立つ。勿論、スクリーン全体が曲面であっても小領域に分ければ平面と見なすことができる場合にも、小領域についての入出力間には図14に示すような2次射影変換が成り立つ。つまり、スクリーン領域が平面と見なせるところは、入出力間の対応関係を表す幾何変形関数は、2次射影変換式で表すことができる。

【0070】また、上記の幾何変形関数は、プロジェクタへの入力平面画像で投影スクリーンが数式で表されるような既に分かっている曲面である場合には、入力画像と投影画像間に図15に示すような多項式が成り立つ。つまり、投影曲面の正確な情報(例えば半径7mの円筒面といった情報)が分かっているならば、入出力間の対応関係を表す幾何変形関数は、多項式で表すことができる。

【0071】なお、図13のように投影画像を小領域に

分割した場合は、投影スクリーンが曲面の場合は、画像の各小領域に対応したスクリーン上の小領域が平面と見なせるか曲面と見なせるかによって上記幾何変形関数は分割した程度に応じて2次射影変換式で表すこともできるし、多項式で表すこともできる。従って、小領域分割の場合は、小領域ごとに異なる幾何変形関数（例えば2次射影変換式か多項式かのどちらか）を用いてもよい。

【0072】ところで、投影スクリーン4が平面の場合に、スクリーン上に投影されたテスト画像を撮る画像情報取得用カメラ5は、スクリーン全面が撮れる位置にスクリーン面に正対して配置しておけばよい。通常の平面スクリーンは精々100インチであり、画像情報取得用カメラ5はスクリーン面から3m位離れた位置にあればスクリーン全体を1回で撮影することができる。これに対して、投影面が円筒面である実際のアーチ型スクリーンは、例えば横12m、縦4m、半径7m、アーチの角度は120°（円周の1/3）であり、円心（スクリーン面から7m）のところに画像情報取得用カメラ5を置いてテスト画像を撮る。カメラは大体30度位の画角しかないので、120°撮るためにはカメラ5を円心に置いたままで5回に分けて回して撮る。これは、カメラでスクリーン全体を撮るには、カメラ位置を円心より更に遠ざける必要があり、室内でカメラをさらに遠ざけるには限度があるためである。つまり、画像情報取得部5では、投影スクリーン5が例えばアーチ型スクリーンの場合にテスト画像を撮影する際には、複数のプロジェクタの投影スクリーンへの各投影範囲とは関係なく、テスト用画像撮影用カメラ5の能力範囲で分割して撮影する。

【0073】投影したテスト画像を撮影するとき、テスト画像は横長のアーチ型スクリーンの全面に投影されているので、オーバーラップがあるように画像情報取得用カメラ5を所定角度（30°に近い角度）ずつ回して複数回に分けて撮影し、分割撮影した複数の画像を繋ぎ合わせることでテスト画像の全体像を得る。

【0074】なお、アーチ型スクリーンのような曲面スクリーンの場合に限らず、100インチを越える大きな平面スクリーンの場合は、カメラ5を水平・垂直に移動させて分割撮影することが必要となる場合がある。

【0075】次に、分割して撮影されたテスト画像を1枚に繋ぎ合わせる方法について説明する。

【0076】図16に、説明を簡単にするため、投影スクリーン4としてアーチ角度が略60°のアーチ型スクリーンを用い、画像情報取得用カメラ5を円心に配置して2回に分けて投影画像を撮影する場合を示している。始めに太い実線で示す範囲で撮影し、次に一点鎖線で示す範囲に回して撮影する。

【0077】このとき、アーチ型スクリーンに投影された画像をカメラ5で2回に分けて撮影した場合、アーチ型スクリーン上の曲面上の画像であってもカメラ5の撮

像素子（CCD）の撮像面は平面であるので、カメラ5には2つの平面画像（二点鎖線V1，V2にて示す）として撮影される。その結果、2つの分割撮影した画像V1，V2はオーバーラップ部分では特にスムーズに繋がらない。そこで、スクリーンがアーチ面（円筒面）である場合、分割撮影した複数の画像V1，V2に対してそれぞれ円筒変換と言って円筒面への投影変換を行なってから、貼り合わせることによりスムーズに繋がったテスト画像の全体像を得ることができる。

【0078】同様に、ドーム型スクリーンの場合は、ドーム型スクリーンに投影された画像をカメラ5で分割撮影すると、各分割画像はドーム型スクリーン上の曲面上の画像であってもカメラ5には複数の平面画像として撮影されるので、そのまま貼り合せた場合オーバーラップ部分では特にスムーズに繋がらない。そこで、スクリーンがドーム面（球面）である場合、分割撮影した複数の画像に対してそれぞれ球面変換と言って球面への投影変換を行なってから、貼り合わせることによりスムーズに繋がったテスト画像の全体像を得ることができる。

【0079】アーチ型、ドーム型、或いは平面型に限らず、大スクリーンの場合は、テスト画像撮影用カメラ5では1度に撮れない。アーチ型或いはドーム型のスクリーンでは、その円筒面或いは球面の円心にカメラ5を置いてカメラ5を必要な角度ずつ回転させて撮影を行なう。同様に、平面型の大スクリーンでも、一箇所にカメラ5を配置しカメラ5を回転させて撮影を行なうことも考えられるが、撮影画像が歪んで撮影されるので、カメラ5を複数回水平移動或いは垂直移動して撮影を行なう場合もある。このようにテスト画像撮影用カメラなどの画像情報取得部5を回転或いは移動させて分割撮影する場合には、現在どの位置で撮っているかの位置情報を位置表示部41に表示し、それを参照しながら次にカメラ5を必要な角度回転させたり必要な距離移動させたりして分割撮影する。この位置表示部41による表示機能は、カメラ5を手動で回転或いは移動させる場合に特に有用であるが、カメラ5の位置をパソコン42の制御の下で（所定のプログラムに従って）自動で回転或いは移動させながら撮影する場合にも撮影中にカメラ5位置を確認する意味で有用である。勿論、カメラ5位置を自動でコントロールする場合には、位置表示部41はなくてもよく、或いは位置表示部41による位置表示を行なわなくてもよい。

【0080】次に、テスト画像を撮影することによって色むらや輝度むらなどの補正データを作成するための前提条件として、テスト画像撮影時に必要とされる、外光情報の除去について説明する。

【0081】テスト画像を撮影する時に外光の影響を取り除くために、完全に暗室と同じ状態でテスト画像を撮影して撮影する必要がある。小型のスクリーンであれば暗室状態を実現可能であるが、大型スクリーンの場合は

それも難しいので、テスト画像を投影する前に、テスト画像を投影しない状態のスクリーン面を画像取得用カメラ5で撮影することによって外光情報を得、次にテスト画像を投影し画像取得用カメラ5で撮影した時にテスト画像の撮影画像から前記の外光情報を差し引くことによって外光補正する。

【0082】図17は本発明の他の実施の形態の画像投影表示装置のブロック図を示している。図1と同一部分には同一符号を付して説明を省略する。

【0083】図17において図1と異なる点は、図1の構成に加えて、外光情報記憶部51と、外光補正部52とを更に設けたことである。その他の構成は、図1と同様である。

【0084】投影スクリーン4にテスト画像を投影する前に、投影スクリーン4上のテスト画像投影予定位置の外光情報を画像取得用カメラ5で取得し、その外光情報を外光情報記憶部51に記憶する。次に、投影スクリーン4にテスト画像を投影して画像取得用カメラ5でテスト画像情報を取得し、外光補正部52では取得したテスト画像情報を前記外光情報記憶部51に記憶している外光情報を用いて補正する。テスト画像としては、図5～図8及び図11に示したような各種測定用の画像がある。外光補正されたテスト画像情報は補正データ算出部16に送られ、ここで各プロジェクトのテスト画像内容に対応した出力特性を補正するための補正データが算出される。補正データは補正データ記憶部17に記憶される。そして、画像補正部13では、入力画像分割部12からの各プロジェクトに対応した入力画像データを、補正データ記憶部17に記憶した補正データを用いて必要な補正を行なって各プロジェクト3a～3dに供給する。画像補正部13の構成は図2に示したものと同様である。

【0085】これまでの説明は、画像取得用カメラ5は投影スクリーン4に対して真正面に配置されている即ち投影スクリーン4に対して垂直でかつ中心から撮っていることを前提として説明していたが、カメラ5が投影スクリーン4に対して真正面に配置されていない場合には、真正面から撮ったような画像を得ることができるように補正する必要がある。次に、このような補正方法の一例を図18を参照して説明する。

【0086】図18は投影スクリーンの周辺或いはスクリーンの枠にLED（発光ダイオード）などのマーカーを設けて、テスト画像を画像取得用カメラ5で撮るときにそれを点灯させて撮ることができるようにしたものである。

【0087】ここに示すマーカーは、図5や図13で示したテスト画像の中のマーカー（プロジェクト3a～3dの置く位置によって投影画像中のマーカー位置が変わる）とは異なり、スクリーンの位置を知るためのマーカーである。カメラ5で撮影したスクリーン上のマーカー

は、カメラ5の置く位置によって変わる。つまり、カメラ5がどこで撮影しているかという情報を取得するためのマーカーである。

【0088】次に、図18に示したような、画像取得用カメラ位置のずれに基づいて幾何変形して撮影されたテスト画像を、スクリーン上のマーカーを参照して補正する方法を、図19のフローチャートで説明する。

【0089】まず、ステップS1でカメラをスクリーンに対して適当な位置に設置する。次に、テスト画像を撮影した（ステップS2）後、同じ位置でスクリーン周辺のマーカーを撮影する（ステップS3）。ステップS2とS3を一緒にして、1回の撮影でテスト画像とマーカーの両方を同時に撮ってもよい。そして、撮影したマーカー画像からマーカー位置座標を検出し（ステップS4）、撮影画像から検出したマーカー位置座標と、マーカーのスクリーン上の物理的位置との対応関係から、射影変換関数を求める（ステップS5）。そして、求めた上記射影変換関数の逆関数を用いてテスト画像を幾何補正する（ステップS6）。前記の逆関数を補正データとして記憶しておき、通常の入力画像をプロジェクトに出力する際に入力画像データに補正をかけるのに使用する。

【0090】図20は上記の補正方法を説明する図である。例えば、画像取得用カメラ5を投影スクリーン4に対して真正面からずれた位置に置いてテスト画像を撮影した場合、長方形であるべき撮影画像が、図20の符号A1に示すように台形状に幾何変形して撮影される。この撮影画像を補正データ算出部16に送り、符号A2に示すような逆変換関数画像を補正データとして求め、補正データ記憶部17に記憶しておく。そして、画像補正部13では、入力画像分割部12からの各プロジェクトに対応した入力画像データを、補正データ記憶部17に記憶した補正データを用いて補正を行なって各プロジェクト3a～3dに供給する。これにより、カメラ位置が真正面からずれた位置で撮影した場合、スクリーンの前記投影領域で真正面から撮ったような画像に補正変形することができる。

【0091】以上の図17～図20で説明した外光補正、及びカメラ位置のずれに起因した幾何変形の補正は、プロジェクト位置やプロジェクトの出力特性の歪みを補正する前の段階として重要である。つまり、プロジェクトに係わる画像歪みを補正するデータを得るためには、画像取得用カメラ5や外光などのその他の歪み要因を取り除いておく必要がある。

【0092】

【発明の効果】以上述べたように本発明の画像投影表示装置によれば、複数のプロジェクトを用いてシームレスな大画面を実現する際に、投影スクリーンが任意の形状を有する面であっても投影画像の幾何歪み、色むら及びシェーディングなどに対してより精確な補正ができ、高

精細で高画質な投射画像を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の画像投影表示装置のブロック図。

【図2】図1における画像補正部の構成を示すブロック図。

【図3】本発明に係る画像投影システムの概略構成を示す図。

【図4】図1における投影スクリーンの曲面形状のものを示す図。

【図5】幾何変形測定用テスト画像を示す図。

【図6】色むら・色差測定用テスト画像を示す図。

【図7】シェーディング測定用テスト画像を示す図。

【図8】バイアス測定用テスト画像を示す図。

【図9】遮光板によるオーバーラップ部分の明るさ補正を説明する図。

【図10】黒色画像がスクリーン上で重なった場合の、各プロジェクタのオフセットに基づくオーバーラップ部分のオフセット量、及びオーバーラップ部分の倍増オフセット量を補正する方法を説明する図。

【図11】各色のガンマ測定用テスト画像を示す図。

【図12】プロジェクタのガンマ補正を説明する入出力特性図。

【図13】小領域に分けた幾何変形測定用テスト画像を示す図。

【図14】平面から平面への投影に有用な幾何変形関数を示す図。

【図15】平面から曲面への投影に有用な幾何変形関数を示す図。

【図16】曲面スクリーンへ投影されたテスト画像を、分割撮影する方法を示す図。

【図17】本発明の他の実施の形態の画像投影表示装置のブロック図。

【図18】カメラ位置のずれに起因した幾何変形の補正を行なうために投影スクリーン上に配したマーカーを示す図。

【図19】画像取得用カメラ位置のずれに基づいて幾何変形して撮影されたテスト画像を、スクリーン上のマーカーを参照して補正する方法を説明するフローチャート。

【図20】図19の補正方法を説明する図。

【符号の説明】

3a～3d…プロジェクタ

4…投影スクリーン

5…画像情報取得部

11…画像データ入力端子

12…入力画像分割部

13…画像補正部

14…プロジェクタ部

15…テスト画像記憶部

16…補正データ算出部

17…補正データ記憶部

21…色差補正部

22…幾何補正部

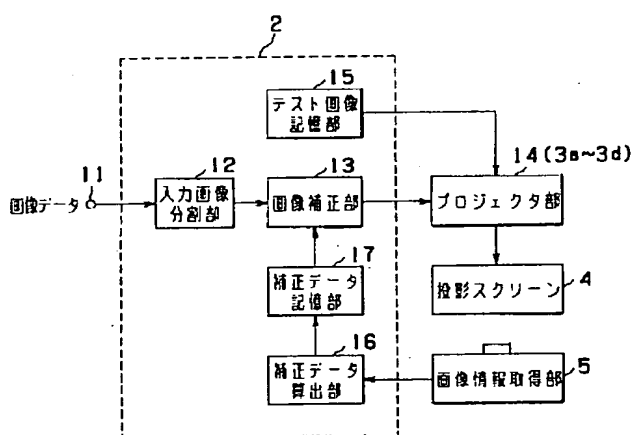
23…色むら補正部

24…シェーディング補正部

25…バイアス補正部

26…ガンマ補正部

【図1】



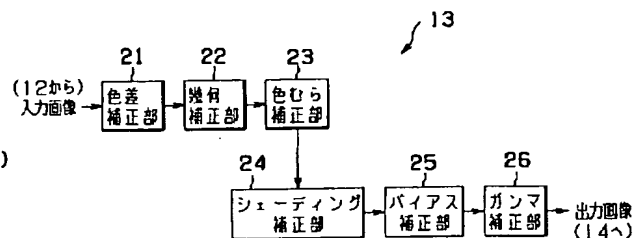
【図15】

多項式:

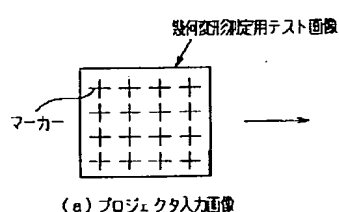
$$X' = a_0 \cdot X + a_1 \cdot X^2 + a_2 \cdot X^3 + \dots$$

$$Y' = a_0 \cdot Y + a_1 \cdot Y^2 + a_2 \cdot Y^3 + \dots$$

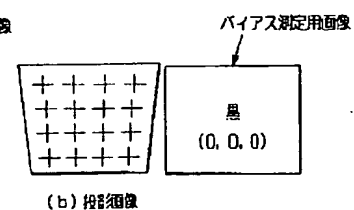
【図2】



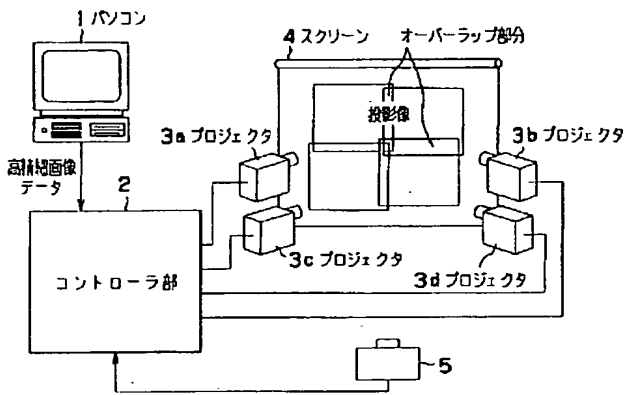
【図5】



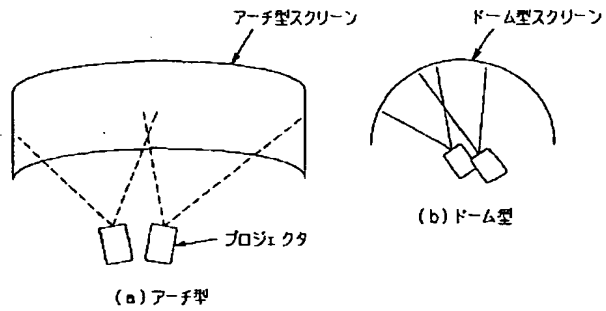
【図8】



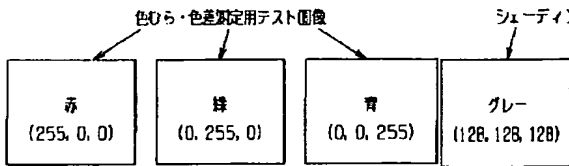
【図3】



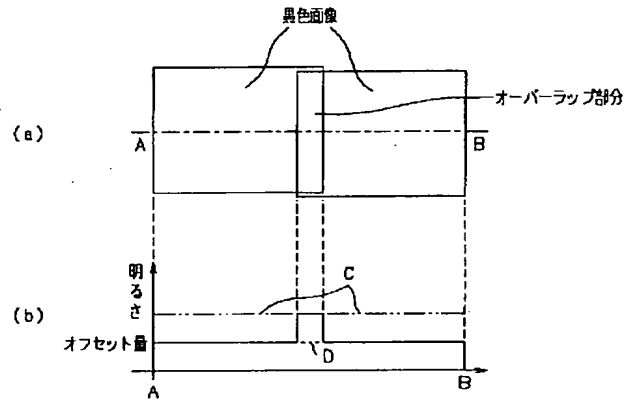
【図4】



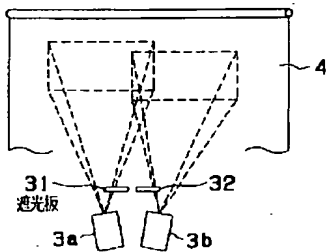
【図6】



【図7】



【図10】

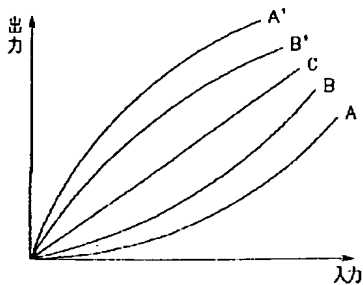


【図11】

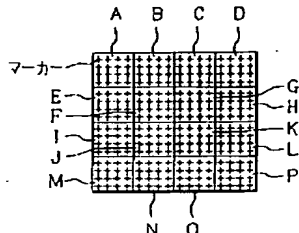
各色のガンマ調整用画像

R	(R, G, B) (0, 0, 0)	(R, G, B) (32, 0, 0)	(R, G, B) (64, 0, 0)	(R, G, B) (96, 0, 0)	(R, G, B) (128, 0, 0)	(R, G, B) (160, 0, 0)	(R, G, B) (192, 0, 0)	(R, G, B) (224, 0, 0)	(R, G, B) (255, 0, 0)
G	(R, G, B) (0, 0, 0)	(R, G, B) (0, 32, 0)	(R, G, B) (0, 64, 0)	(R, G, B) (0, 96, 0)	(R, G, B) (0, 128, 0)	(R, G, B) (0, 160, 0)	(R, G, B) (0, 192, 0)	(R, G, B) (0, 224, 0)	(R, G, B) (0, 255, 0)
B	(R, G, B) (0, 0, 0)	(R, G, B) (0, 0, 32)	(R, G, B) (0, 0, 64)	(R, G, B) (0, 0, 96)	(R, G, B) (0, 0, 128)	(R, G, B) (0, 0, 160)	(R, G, B) (0, 0, 192)	(R, G, B) (0, 0, 224)	(R, G, B) (0, 0, 255)

【図12】



【図13】

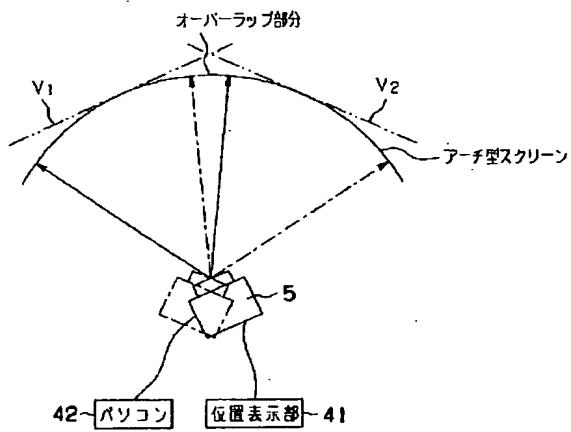


【図14】

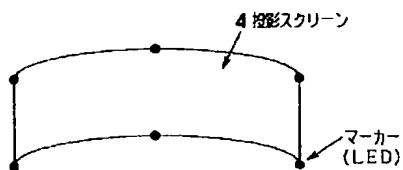
$$\begin{aligned}
 \text{2次射影変換} \quad X' &= (a0 * X + a1 * Y + a2) / (a6 * X + a7 * Y + 1.0) \\
 Y' &= (a3 * X + a4 * Y + a5) / (a6 * X + a7 * Y + 1.0)
 \end{aligned}$$

$(X, Y)$ : 2次射影変換の入力座標       $(X', Y')$ : 2次射影変換の出力座標  
 $\{a0, a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7\}$ : 2次射影変換係数

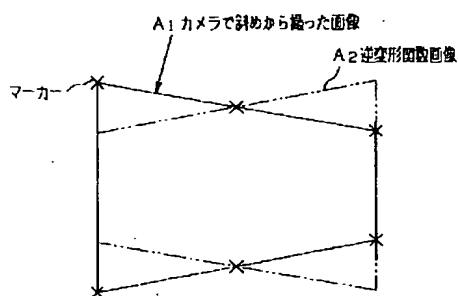
【図16】



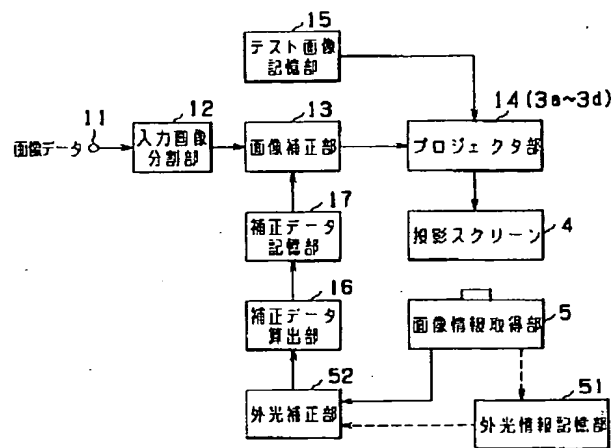
【図18】



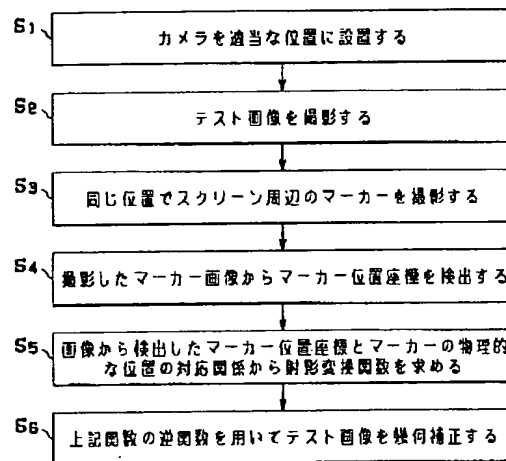
【図20】



【図17】



【図19】



【手続補正書】

【提出日】平成12年12月4日(2000.12.

4)

【手続補正1】

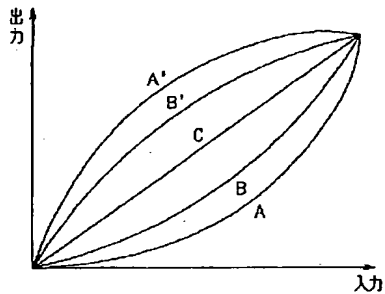
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図12

【補正方法】変更

【補正内容】

【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>		識別記号	F I	タームコード(参考)	
G 0 6 T	3/00	2 0 0	G 0 6 T	3/00	2 0 0 5 C 0 6 0
		3 0 0			3 0 0 5 C 0 6 6
H 0 4 N	5/74		H 0 4 N	5/74	D
	9/31			9/31	A
	9/64			9/64	A

Fターム(参考) 2H002 DB17 EB09 GA32 GA33 GA70  
 JA01 JA11 ZA05  
 2H021 AA08  
 2H105 AA03 AA12 EE11 EE16 EE31  
 5B057 AA20 CA01 CA12 CA16 CB01  
CB12 CB16 CD12 CD16 CD17  
 CE10  
 5C058 BA06 BA23 BA24 BA27 BB11  
 EA03 EA26 EA31  
 5C060 GB02 GC01 GC04 GD01 HB26  
 JA01 JA11 JA19 JB06  
 5C066 AA01 AA03 BA20 CA05 CA17  
 EC01 EC03 EC05 FA02 GA11  
 GA22 KE01 KE07 KM11 KM13